

Le Lait et les Produits Laitiers

HIDAOA (A4)

© Kerodaku

2010 – 2011

[HTTP://VETO-CONSTANTINE.COM](http://veto-constantine.com)

Le Lait et les Produits Laitiers

Définition

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante et non surmenée.

Le lait doit être recueilli proprement, et ne doit pas contenir du colostrum.

Le colostrum est un lait riche en immunoglobulines. Il est destiné au nouveau-né et non pas à la consommation humaine.

Laits considérés comme impropres à la consommation humaine

- Lait provenant d'animaux malades.
- Lait provenant d'une traite opérée moins de 7 jours après le part (la parturition), puisque ce lait contient du colostrum.
- Le lait provenant d'animaux mal nourris ou manifestement fatigués.
- Le lait malpropre ou malodorant.
- Le lait contenant des antiseptiques ou des antibiotiques.
- Le lait coagulant à l'ébullition.

Laits considérés comme falsification

- Mouillage du lait : addition d'eau.
- Addition au lait d'une substance quelconque non autorisée.
- Emploi de traitement non autorisé.

Propriétés physiques du lait

(voir polycopié)

Le lait est blanc opaque (blanc mat), plus ou moins coloré en jaune (selon la teneur en *bêta-carotène*), cette coloration jaunâtre est plus accentuée en printemps.

Saveur douceâtre et goût variable selon les espèces animales.

Composition chimique

Pour 1 litre de lait :

Eau : 902 g (99 %)

Glucides : 49 g

Matières grasses (lipides) : 39 g

Matières azotées (protides) : 33 g

Vitamines, enzymes et sels minéraux : traces

Les glucides

Essentiellement représentés par le *lactose*, constituant le plus abondant de la matière sèche.

Pour le lait de vache, le lactose constitue :

Colostrum : 28 g

Lait : 50 g

Principaux glucides du lait

- Glucides neutres : *lactose* et *galactose*
- Glucides azotés : *Nacetyl glucosamine* et *Nacetyl galactosamine*
- Glucides azotés acides : acide et *acetyl neuraminique*

La solubilité du lactose

Le lactose est modérément soluble dans l'eau (10 fois moins que le saccharose).

La solubilité du lactose augmente avec la température : supersolubilité (solubilité proportionnelle ; plus la température est élevée, plus il y a solubilité).

Intérêt de la solubilité du lactose

Cristallisation du lactose lors du refroidissement des solutions saturées ou concentrées à chaud.

La formation de cristaux perceptibles à la dégustation conférant une texture sableuse désagréable au produit laitier obtenu (défaut de fabrication).

Ce défaut doit être évité dans la préparation des laits concentrés ou des crèmes glacées par une cristallisation dirigée : ensemencement à l'aide de fins cristaux (inférieurs à 0,01 mm), refroidissement rapide et agitation.

Sensibilité à la chaleur

Entre 110 – 130 °C, le lactose hydraté perd son eau de cristallisation.

Au-delà de 150 °C, il jaunit.

Vers 170 °C, il brunit et forme un caramel.

Remarque

Le brunissement des laits traités par la chaleur (laits stérilisés) n'est qu'exceptionnellement la conséquence de ce phénomène, compte tenu des températures élevées nécessaires. Il en résulte le plus souvent des réactions de condensation du lactose avec les protéines « Réactions de Maillard »

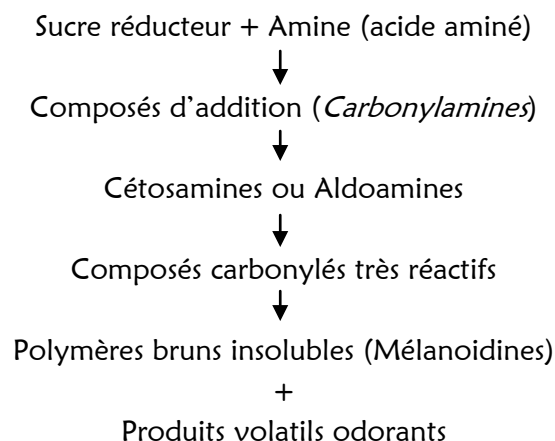
Propriétés chimiques

Réactions de condensation de lactose avec les protéines

Ces réactions font intervenir 2 substrats :

- Sucre réducteur : lactose
- Acides aminés, protéines

Mécanisme simplifié



Conséquences des réactions de Maillard

Effet défavorable par ordre d'apparition

- 1) Diminution de la valeur protidique des aliments
Acides aminés sensibles à ce genre de réactions : Lysine, Arginine, Histidine et Méthionine.
- 2) Apparition d'odeur et de saveur indésirables (goût de cuit ou goût de brûlé).
- 3) Brunissement défavorable à l'acceptabilité du produit tel que le lait.
- 4) Altération de certaines propriétés technologiques (la solubilité en particulier)

Remarque

*Dans certains cas, les réactions de Maillard sont recherchées pour leur effet favorable ;
Couleur mordorée et arôme caractéristique de divers aliments : croûtes de pain, pâtisserie, etc.*

Utilisation du lactose par les microorganismes

Le lactose est le seul sucre fermentescible présent en quantité importante dans le lait, et utilisable par des microorganismes avec une production finale d'acide lactique.

Il existe 2 types de fermentation lactique :

- a. Fermentation lactique homofermentaire ou Vraie
- b. Fermentation lactique hétérofermentaire

Les bactéries lactiques possèdent une aptitude particulière à la production d'acide lactique à partir du lactose, il en résulte un abaissement du pH indispensable pour obtenir soit sa coagulation pour la fabrication des laits fermentés ou de fromages frais (coagulation lactique stricte), soit son acidification préalable avec coagulation enzymatique pour la fabrication des fromages.

a. Fermentation lactique vraie (homofermentaire)

Elle est provoquée par les bactéries lactiques homofermentaires ; *Streptococcus blulgaricus* et *Lactobacillus thermophilus*.

Mécanisme simplifié

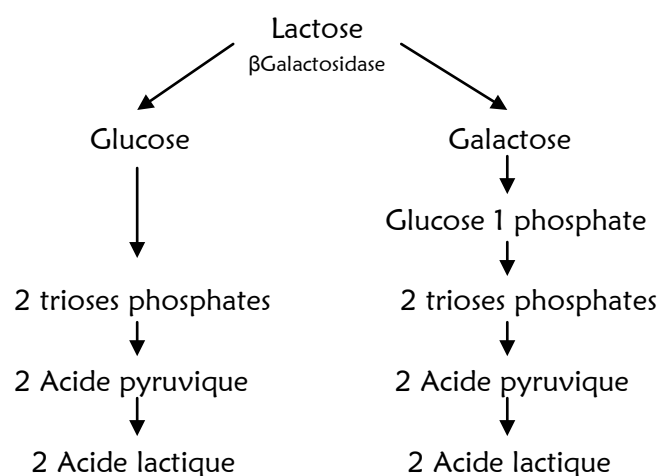


Schéma. Embden Meyerhof Parnas

Rendement théorique

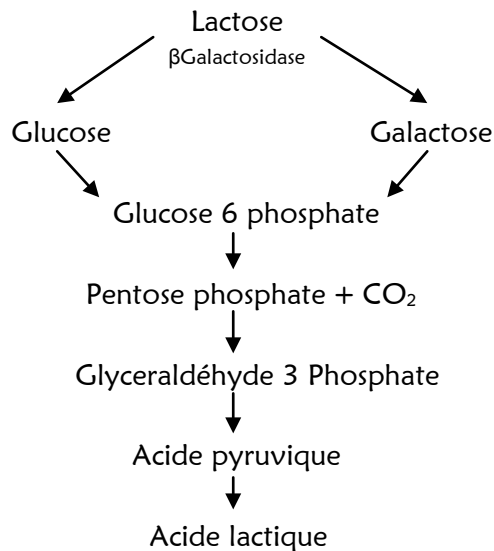
4 molécules d'acide lactique pour une molécule de lactose. En pratique, la réaction fournit 95 % d'acide lactique.

b. Fermentation lactique hétérofermentaire

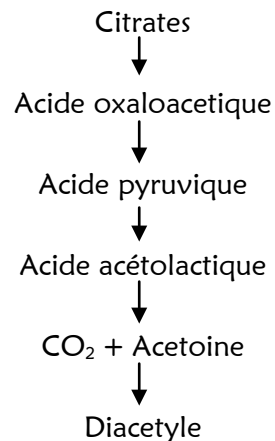
Résulte de l'activité des bactéries lactiques hétérofermentaires (genre : *Leuconostoc*).

Les bactéries lactiques dépourvues de l'équipement enzymatique qui leur permettaient de passer du lactose aux trioses phosphates, doivent utiliser d'autres chaînes énergétiques :

- L'une s'établit à partir du lactose



- L'autre s'établit à partir des citrates

**Rendement théorique**

Le rendement de ces chaînes est variable, on obtient généralement 50 % – 70 % d'acide organique = acide lactique et acide volatil, le reste est représenté par de nombreux composés dérivés ; Acétoine et Diacytyle (environ 10 %)

Intérêt des fermentations lactiques

Évolution la plus fréquente et la plus importante du lactose, s'accompagnant de l'acidification spontanée du lait ou des produits laitiers.

Conséquences favorables

- Protection contre le développement des germes putréfiants (laits crus ou pasteurisés qui s'acidifient et caillent avant de pourrir, à l'inverse des laits stérilisés)
- Développement d'un arôme caractéristique dans certains produits laitiers (*Diacetyl* = arôme des crèmes et des beurres, maturation des crèmes de buurrerie)
- La coagulation ménagée du lait, fabrication des yaourts et des laits fermentés.

Conséquences défavorables

Acidification rapide et exagérée des laits collectés dans de mauvaises conditions.

- Caillage des laits acides à l'occasion du chauffage (le lait tourne) dans la casserole, encrassement des appareils des traitements thermiques pendant la stérilisation.
- Diminution du rendement beurrier et des crèmes acides, sensibilité au phénomène d'oxydation des crèmes acides.

Autres fermentations

Fermentation alcoolique

Elle correspond à l'attaque du lactose par les levures, recherchée dans la fabrication des laits fermentés alcoolisés.

Ce type de fermentation est accidentel dans certains produits laitiers : bulles dans le beurre et gonflements des caillés de fromagerie.

Fermentation propionique

Sous l'action des bactéries propioniques, le lactose va donner :

- CO₂ : Yeux de fromage
 - Acide propionique : arôme et goût du fromage
- } Gruyère

Fermentation butyrique

C'est un accident de fabrication très redouté en industrie fromagère, la contamination se fait par les ensilages. Les clostridies butyriques dégradent le lactose, il s'ensuit la production excessive de gaz carbonique et d'acide butyrique. Le dégagement excessif de gaz est responsable du déchirement du fromage, l'acide butyrique est responsable de l'odeur nauséabonde qui se dégage.

La matière grasse

Définition

C'est l'ensemble des substances solubles dans les solvants organiques (éther, benzène, alcool, etc.) et on distingue :

- La matière grasse saponifiable (ou lipide), libérant par hydrolyse les acides gras.
- La matière grasse insaponifiable qui résiste à l'hydrolyse, groupe auquel on adjoint diverses substances liposolubles.

Classification

La matière grasse est constituée de 3 groupes :

- Lipides simples

- Lipides complexes
- Insaponifiables

Lipides simples

Sont constitués de 2 types d'acides gras :

- Acides gras saturés : acides gras volatils solubles et acides gras volatils insolubles.
- Acides gras insaturés : *monoènes* et *polyènes*

Acides gras saturés

- Acides gras volatils solubles : acide *butyrique* et acide *caproïque*
Constituent 5 % des acides gras du lait, leur dosage est utilisé en beurrerie pour déceler l'addition de graisse étrangère.
- Acides gras volatils insolubles : acide *caprique*, acide *caprylique* et acide *laurique*
En proportion supérieure chez la chèvre et la brebis.

Acides gras insaturés

- Monoènes : représentés par l'acide *oléique*
La teneur de la matière grasse en acides oléiques est fortement influencée par l'alimentation.
- Polyènes : représentés par l'acide *linoléique*
L'acide linoléique représente environ 2 % des acides gras.

Les acides gras insaturés jouent un rôle non négligeable en diététique humaine, on leur attribue le rôle d'acides gras essentiels.

Lipides complexes

Ces lipides contiennent une fraction non lipidique. Selon la nature de cette fraction, on distingue :

Les lécithines, les céphalines et sphingo-phospholipides.

Intérêt

Malgré leur faible taux, les lipides complexes jouent un rôle majeur dans la stabilité de la matière grasse :

- Les lipides complexes sont dotés d'*Amphilyophilie* (à la fois ; lipophiles et hydrophiles)
- Également responsables de la stabilisation de l'émulsion des triglycérides dans la phase aqueuse du lait.
- Les lipides complexes comportent une proportion d'acides gras insaturés, il en résulte une sensibilité particulière au phénomène d'oxydation.

Insaponifiables

Ne libèrent pas d'acides gras suite à l'hydrolyse.

- Caroténoïdes : représentés principalement par les *bêtacarotènes* colorés en jaune, ils sont responsables de la coloration de la matière grasse.
- Stérols : surtout le cholestérol contribuant à maintenir la stabilité de la matière grasse.
- Tocophérols : Ils jouent un rôle d'antioxydants naturels.
- Autres constituants : vitamines (A, E, etc.)

État physique de la matière grasse

La matière grasse présente la particularité de se trouver dans le lait sous la forme d'une émulsion de globules gras de 2 à 10 μ de diamètre.

Structure des globules gras

Du centre à la périphérie, on trouve 3 zones distinctes :

- Zone de glycérides liquides à température ordinaire.
- Zone riche en glycéride, en partie cristallisée.
- Zone corticale ou membranaire responsable de la stabilité de l'ensemble et de la miscibilité du globule gras à la phase aqueuse non grasse.

Dimensions et nombre des globules gras dans le lait

Lait de vache : le diamètre moyen est de 2,7 μ . Les valeurs extrêmes de 1 à 10 μ .

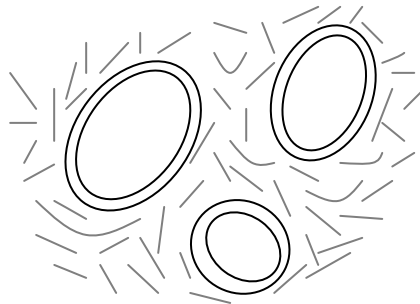
Variations

- Espèce : le diamètre du globule gras du lait de chèvre est inférieur à celui des globules gras du lait de vache.
- Race : Les femelles dites beurrières (*Normande*) produisent un lait dont les globules gras ont un diamètre supérieur à celui des femelles dites fromagères (*Pie Rouge de l'Est*)
- Stade de lactation : le diamètre moyen des globules gras diminue en fin de lactation.
- Moment de la traite : les globules gras sont plus gros et aussi plus abondants en fin de traite.

Formes et association des globules gras

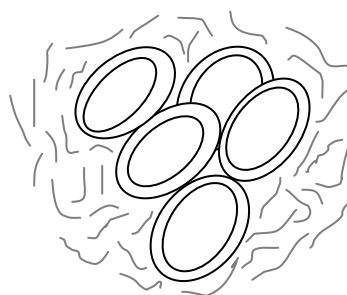
Les globules gras peuvent être rencontrés à l'état libre ou sous forme d'association réversible ou non.

- **Les globules gras libres**



Les globules gras sont sphériques, indépendants les uns des autres, membrane intacte.

- **Association réversible (Clustering)**



Formation de grappes « clusters » : les globules gras sont en contact les uns aux autres, ils peuvent retrouver leur individualité (réversibilité).

➤ **Mécanisme** : l'adhésion des globules gras est sous l'action des *agglutinines* (globulines) qui sont des protéines présentes à la surface des membranes.

➤ **Facteurs** :

- Favorisants (provoquant le rapprochement des globules gras) : l'agitation et la concentration en matière grasse.
- Antagonistes (empêchant le rapprochement) : température élevée, supérieure à 65 °C. Destruction des protéines (*agglutinines*) de la membrane des globules gras.

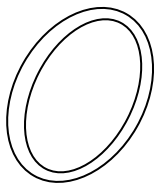
▪ **Association irréversible (Clumping)**

Formation d'amas ou de *clumps*.

Les globules gras dont la membrane est rompue (détruite) sont intimement associés par une couche de matière grasse hydrophobe.

Les globules gras ont perdu leur individualité et leur association est irréversible.

➤ **Mécanisme** :



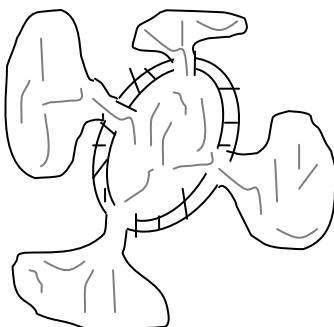
- Globule isolé
- Membrane intacte



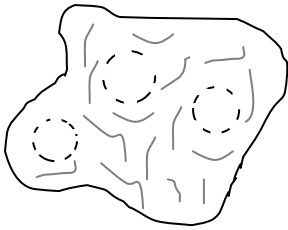
- Cristallisation partielle à l'intérieur des globules gras (triglycérides)
- Cristallisation de la membrane due aux lécithines (lipides complexes)



- La réduction du volume de la matière grasse interne, et rupture partielle de la membrane.



- Effusion de la matière grasse liquide qui se répand formant une couche hydrophobe.



- Agglutination et hydrophobisation de l'ensemble = Formation de clumps.

Facteurs favorisant l'association irréversible

- Basse température
- Agitation
- Concentration de la matière grasse favorisant le rapprochement et la coalescence (adhésion) des globules gras modifiés et devenus hydrophobes.

Intérêt

Les diverses formes et associations des globules gras permettent de comprendre le mode d'action des divers traitements technologiques des matières grasses, en particulier :

- Montée de la crème : séparation de la matière grasse fondée sur la différence des densités entre les globules gras et la phase aqueuse.
- Implication technologique : fabrication du lait.

Propriétés chimiques

Ne seront retenues que celles qui intéressent la conservation des matières grasses : *Lipolyse* et *Oxydation*.

Lipolyse

Définition

C'est une hydrolyse enzymatique des lipides, entraînant l'apparition d'acides gras libres.

Enzymes responsables

Ce sont des lipases actives à l'interface eau/graisse (contact entre l'eau et la matière grasse) qui peuvent être d'origine naturelle ou microbienne.

- Lipases naturelles : 2 lipases naturelles (membranaires et plasmatiques)
 - Lipases membranaires : adsorbées sur la membrane des globules gras, rencontrées seulement en période de fin de lactation dans les laits d'animaux mal nourris ou sujets à des troubles physiologiques.
 - Lipase plasmatique : elle est présente dans tous les laits, associée à la caséine, activée à la faveur de :
 - Traitements mécaniques ou thermiques provoquant son adsorption sur la membrane des globules gras.
 - Agitation, choc, incorporation d'air, refroidissement brutal, succession de chauffage et de refroidissement.

Les lipases naturelles ont une activité maximale dans une zone de pH comprise entre 8 et 9 à une température voisine de 37 °C. Elles sont thermolabiles détruites à 100 % pour une durée de chauffage de 20 secondes à 80 °C

- Lipases microbiennes : microorganismes dotés de propriétés lipolytiques.
 - Bactéries :

- *Pseudomonas* et *Ackromobacter* : ces germes présentent la particularité d'être psychrotrophes et de pouvoir se multiplier dans le lait réfrigéré dans les tanks de ferme.
Ces bactéries produisent une *phospholipase C* qui attaque la membrane des globules gras faisant disparaître la protection membranaire des triglycérides facilitant ainsi le contact avec les enzymes proprement dites.
- *Lactobacillus* et *Bacillus cereus*
- Levures et moisissures diverses

Les lipases microbiennes présentent 2 particularités remarquables par rapport aux lipases naturelles :

- Elles sont plus résistantes à la chaleur (ex. les lipases des *pseudomonas* résistent à un chauffage de 30 secondes à 99 °C)
- Elles conservent leur activité aux basses températures, ex. la plupart sont encore actives à 0 °C. Les lipases de certaines levures (*Candida lipolytica*) ou de certaines moisissures (*Geotrichum candidum*) se sont montrées actives à -24 °C.

Conséquences de la lipolyse

- Formation d'acides gras libres (perdus dans le babeurre)
Proportion importante d'acides butyriques et capriques solubles entraînant une perte de matière grasse dans le babeurre.
Diminution du rendement beurrier.
- Saveurs anormales
Goût désagréable assimilé improprement au goût de rance.
- Inhibition des ferments lactiques

Remarque :

La lipolyse prégnante en beurrerie peut être recherchée en industrie fromagère. Les acides gras libres contribuant à inhiber le développement des germes putréfiants pendant l'affinage des fromages. Leur transformation par des enzymes d'origine fongique constitue l'un des éléments de l'arôme caractéristique des fromages à pâte persillée (roquefort).

Oxydation

2 types d'oxydation :

Oxydation spontanée

Elle concerne les acides gras insaturés et les phospholipides très riches en acides gras polyinsaturés qui sont très sensibles à ce phénomène.

Oxydation à la lumière

C'est une réaction photochimique qui concerne non seulement la matière grasse, mais encore les vitamines et les protéines, il y a absorption de l'énergie lumineuse sous forme d'énergie chimique qui s'accompagne d'association et de décomposition et apparition de nouveaux composés fortement aromatiques.

Exemple : La Vit. A est liposoluble quand elle est exposée à la lumière → destruction de la Vit. A → blanchissement des beurres exposés à la lumière.

Conséquences de l'oxydation

Essentiellement, saveurs anormales liées à la formation de composées fortement aromatiques.

Les saveurs anormales sont désignées par des qualificatifs divers. On les appelle ; goût de lumière, goût de gras et goût de suif.

Facteurs favorisants

Acidité, température, métaux (fer et cuivre) :

- Acidité : les beurres, les crèmes acides sont plus sensibles à l'oxydation.
- Température : l'oxydation est accélérée par l'élévation de la température.
- Métaux : Ils ont un effet catalytique marqué.

Prévention de l'oxydation

- Collecte, traitement et stockage des laits et des produits laitiers à l'abri de la lumière en particulier : emballage opaque (papier, carton doublé d'aluminium, matière plastique).
- Élimination systématique du cuivre et de ses alliages : utilisation généralisée de l'acier inoxydable.
- Conservation du lait et des produits laitiers à basse température.

Les matières azotées

Nous distinguons 2 types de constituants :

- Les constituants majeurs : les protéines du *lactosérum* et *caséine*
- Les constituants mineurs : matières azotées non protéiques, protéines mineures.

Les constituants majeurs

Les protéines du lactosérum

Albumines

C'est la fraction la plus importante quantitativement. Proportion très élevée dans les laits des mammifères monogastriques (jument) et dans le lait de la femme (environ 50 %) et ils sont qualifiés de laits albumineux.

Globulines

Activité immunologique importante par le biais des :

- Agglutinines : provoquant l'agglutination des certaines bactéries, et intervenant dans l'inhibition de la croissance de germes dans le lait.
- Euglobulines : présents à la surface des globules gras intervenant dans le phénomène de crémage spontané.
- Immunoglobulines : présents en grande quantité dans le colostrum. Ces immunoglobulines assurent pendant les premiers jours de la vie du veau la transmission d'une certaine immunité de la mère au jeune.

La caséine

C'est une phosphoprotéine caractéristique du lait, présente sous forme de micelle (formation sphérique) dont le diamètre varie de 80 à 100 mμ selon les espèces.

Composants de la caséine entière

3 composants majeurs : Caséine α, Caséine β et Caséine K (KAPPA).

- La caséine α : c'est une chaîne peptidique composée de 199 acides aminés. Elle est insoluble en présence de calcium à toute température.

- La caséine β : chaîne peptidique comportant 209 acides aminés. Elle est soluble en présence de calcium.
- La caséine KAPPA : Elle est constituée de 169 acides aminés. Elle est soluble en présence de calcium.

Association des caséines α , β et K au sein de la micelle de caséine native (caséine naturelle)

Chaque micelle de caséine est constituée de molécules de caséines α , β et K.

La structure de l'ensemble est stabilisée par des sels de calcium et de phosphates, la caséine se trouve ainsi dans le lait sous forme de « caséinate – phosphate de calcium ».

Stabilité de la caséine en solution micellaire

Dans le lait cru frais, la solution constituée par les micelles de caséines est stable, les micelles restent dispersées sans tendance à l'aggrégation.

Déstabilisation par acidification

C'est la coagulation lactique.

Mécanisme

- Libération d'acide lactique par action bactérienne.
- La structure de la micelle de caséine est désorganisée par déminéralisation du complexe micellaire, c'est-à-dire ; départ progressif du phosphore et du calcium.
- Coalescence des micelles et floculation à pH = 4,6 (formation du caillé)

Caractères des caillés lactiques

Gel déminéralisé, poreux, peu contractile, friable et très sensible aux actions mécaniques.

Intérêt

Préparation des yaourts.

C'est une coagulation lactique pure obtenue par action conjointe de deux germes :

Streptococcus thermophilus et *Lactobacillus bulgaricus*

Déstabilisation par attaque enzymatique (coagulation présure)

La Présure est une enzyme protéolytique extraite de la caillette des jeunes ruminants essentiellement les veaux, mais aussi agneaux nourris exclusivement au lait.

Mécanisme

Hydrolyse enzymatique de la caséine K : l'action de l'enzyme porte sur une seule liaison peptidique qui est entre la phenylalanine et la méthionine qui correspond au 105 – 106 acides aminés. La rupture de la chaîne donne naissance à 2 fractions inégales :

- La première c'est la *caséino-macropéptide*.
- La deuxième c'est la *paracaséine K*.

Obtention d'un caillé appelé : caillé présure.

Caractères du caillé présure

C'est un gel minéralisé, compact, souple, élastique et contractile.

La compacité rend possible diverses actions mécaniques (découpage, pression, etc.) qui faciliteront la contraction du caillé et son égouttage.

Intérêt

Fabrication des fromages.

On a toujours recours, quel que soit le type de fromage, à l'action coagulante de la présure pour les facilités d'égouttage qu'elle procure.

Dans les conditions de la pratique industrielle, les fromages sont en fait des caillés mixtes résultant de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique.

Les enzymes

Il y a plusieurs types d'enzymes d'origines diverses ; les unes propres au lait, les autres élaborées par les microorganismes présents dans celui-ci.

En règle générale, on distingue 2 groupes d'enzymes : les hydrolases et les enzymes d'oxydoréduction.

Les hydrolases

3 types d'enzymes :

Les lipases

Ce sont des facteurs de l'altération des matières grasses.

Lipases plasmatiques et lipases membranaires propres au lait, et les lipases d'origine microbienne.

Les protéases

C'est la dégradation des protéines et libération des acides aminés.

Les uns sont propres au lait et associés à la caséine, les autres sont d'origine microbienne.

Intérêt

Altération des certains laits traités thermiquement.

Les phosphatases

La plus importante est la phosphatase alcaline qui présente un intérêt majeur dans le contrôle du lait et dans le contrôle de la pasteurisation du lait.

La phosphatase alcaline

Elle est inactivée par chauffage à + 60 °C pendant 20 minutes ou à 72 °C pendant 15 à 20 secondes ; conditions permettant de détruire le bacille tuberculeux ce qui explique son utilisation dans le contrôle de la pasteurisation du lait.

Recherche de l'activité phosphatasique du lait (test de la phosphatase)

Principe : c'est la dissociation du *Paranitrophényl phosphate sodique* « PNPPS » incolore, qui va être dégradé en *Paranitrophénol* de coloration jaune.

L'intensité de la couleur jaune est proportionnelle à l'activité de l'enzyme.

La réaction est négative lorsque le lait a été correctement pasteurisé.

Les enzymes d'oxydoréduction

La catalase

Elle est libérée par les leucocytes et les cellules épithéliales du lait, sa teneur augmente avec les états de mammites.

Intérêt

- diagnostic rapide des mammites.

- Recherche des laits de mammites dans les laits de grand mélange.

La peroxydase

Elle est inactivée après chauffage à 82 °C pendant 20 secondes, elle fournit un moyen de contrôle des laits hautement pasteurisés de haute qualité.

La réductase microbienne

C'est un groupe d'enzymes réductrices d'origine microbienne réduisant le *Bleu de Méthylène*. L'activité réductrice du lait est d'autant plus importante que les microorganismes qu'il contient sont plus nombreux.

Intérêt

On détermine la qualité du lait en mesurant l'activité réductrice du lait par rapport au temps de réduction du bleu de méthylène, cette réduction est d'autant plus brève que la contamination du lait est plus forte.

Le lait cru de qualité courante ne doit pas réduire le bleu de méthylène en moins de 3heures.

Fraudes et Falsifications du Lait

Les principales fraudes et falsifications du lait portent sur :

Le mouillage, l'écémage et l'addition de lait d'une autre espèce.

Le mouillage

C'est une fraude consistant à diluer le lait en y ajoutant de l'eau, elle en diminue la valeur nutritive et peut aussi être à l'origine de dangereuses pollutions (contaminations microbiennes)

Remarque

Cette fraude anciennement fréquente a beaucoup perdu de son actualité avec le ramassage du lait cru par les usines laitières et le paiement du lait en fonction de sa composition et de sa qualité.

L'écémage

C'est une fraude consistant à retirer une partie ou la totalité des matières grasses du lait, les taux exprimés en g/l étant connus, on peut aboutir à la certitude s'il y a une fraude ou non (la teneur normale est de 27g/l).

Dans la pratique s'il s'agit d'un lait de grand mélange, la teneur en matière grasse peut être facilement comparée à la teneur moyenne des laits de la région. Si l'écart est égal ou supérieur à 5 g/l ; on peut alors présumer l'écémage.

S'il s'agit d'un lait de petit mélange (une seule étable) ou un lait individuel, il faut alors comparer les valeurs mesurées sur les échantillons suspects avec les valeurs mesurées sur les prélèvements témoins, si ces prélèvements ne peuvent être effectués on ne pourra admettre l'écémage que si le taux de matière grasse est inférieur à 27g/l.

L'addition de lait provenant d'une autre espèce

Concerne surtout la fromagerie (mélange de lait de vache au lait de chèvre ou de brebis)

Laits physiologiquement anormaux

I. Le colostrum

Définition

C'est un liquide sécrété par la femelle dans les jours qui précèdent et ceux qui suivent immédiatement la mise au monde du nouveau-né.

Les limites de cette définition sont élastiques, le colostrum précède le lait et sa composition après la naissance du jeune tend vers celle du lait qui est finalement sécrété entre le 3^e et le 14^e jour, en moyenne chez la vache vers le 7^e jour.

Caractères

C'est un liquide visqueux, collant aux doigts, jaune orange à jaune clair, à goût salé, odeur désagréable.

Ces caractères s'atténuent avec le temps.

La composition chimique du colostrum est la suivante :

Lactose : 25 g

Lipides : 33 g

Caséine : 10 g

Albumines/globulines : 160 g

Les cendres (sels minéraux) : 10 g

L'évolution de la composition du colostrum vers celle du lait est d'autant plus rapide que les traites et les tétées sont plus fréquentes.

Lipides, lactose, caséine vont augmenter en quantité, le taux des albumines globulines très élevé diminue vite pour atteindre sa valeur ordinaire, cette forte teneur en albumine fait que le colostrum est insensible à la présure qu'il coagule par la chaleur.

Les teneurs en matières azotées non protéiques (chlorure, phosphore) diminuent.

Propriétés biologiques

- Propriétés nutritives non négligeables.
- Pouvoir laxatif chassant le méconium.

Propriétés humorales

Qui se traduisent par deux caractères :

- Pouvoir bactéricide certain.
- Pouvoir immunisant essentiel.

Le veau ne possède pas d'anticorps à la naissance deux heures après l'ingestion du premier colostrum. Il possède à un taux élevé tous ceux de la mère qui lui confèrent une immunité passive de longue durée.

La colostralisation qui consiste à mélanger du colostrum au lait rend ce dernier instable à la chaleur, sensible à la rancidité, paresseux à la coagulation par la présure, l'égouttage du caillé par ailleurs se fait mal.

Cette opération est interdite par la réglementation.

2. Les laits de lactation avancée

Ils sont plus pauvres en substances élaborées (glucides, protides, lipides, etc.). Ils ont un goût salé, ils s'écument lentement et sont sensibles à la rancidité.

3. Les laits produits pendant la chaleur

Ils présentent des variations considérables de composition, ils sont généralement acides à odeur forte, et peuvent provoquer des troubles digestifs chez les nourrissons.

4. Les laits à coloration anormale

La mamelle servant d'émonctoire ; l'ail et la prêle peuvent colorer les laits.

Des colorants médicamenteux peuvent aussi être éliminés.

5. Les laits à goûts anormaux

Consommation par la femelle laitière de menthe, navets, ail, etc.

6. Les laits de rétention

Sécrétion séjournant dans la mamelle plus de 12 heures.

Origine

- Absence de traite.
- Traite incomplète.
- Arrêt de tétées, soit au sevrage « tarissement », soit en début de lactation.

La rétention lactée est favorisée par des lésions du trayon : polype, fièvre aphteuse, etc.

Modification de la glande en rétention

- Au début, augmentation du volume de la mamelle qui, congestionnée et chaude, devient douloureuse, parfois un peu de lait s'écoule par le pis.
- La seconde période se traduit par la diminution du volume et l'induration du tissu.
- La dernière période se traduit par une résorption de l'induration.

Caractères du lait de rétention

(plus ou moins modifiés selon la durée de la rétention)

- Le lait est moins opalescent, son goût est salé.
- Le lactose diminue, la résorption du lactose se fait par lactosurie.
- Les lipides sont résorbés.
- La caséine est dégradée par perte de phosphore et elle devient insensible à la présure.
- Les cendres (sels minéraux) diminuent par perte de phosphore, mais les chlorures augmentent 2.5 g à 3.5 g/l de NaCl.

Conclusion

Les laits de rétention sont impropres à la consommation et à l'utilisation industrielle (salés et mauvaise coagulation).

« La rétention est le lit de la mammite » Citation de Porcher.

Les animaux doivent être traités régulièrement, fréquemment, deux fois par jour au moins, et à fond, les tétées doivent être surveillées.

Germes saprophytes du lait

Les germes peuvent être des moisissures, des levures et des bactéries.

I. Les moisissures

Les siphomycètes

Ce sont des champignons à mycélium non cloisonné. 2 espèces d'intérêt :

- *Mucor mucedo*
- *Rhizopus nigricans*

Elles sont responsables d'accidents de fabrication de fromages à pâte molle et à croûte fleurie, tels que le camembert.

Ces champignons présentent des filaments aériens, se dressant sur le mycélium et portant des sporanges (petites spores) de couleur foncée (un défaut de croûtes qu'on appelle poil de chat).

Les ascomycètes

Champignon à mycélium cloisonné.

Espèces d'intérêt

- *Penicillium caseicolum*

Les spores sont blanches, utilisées sous forme de levain de fromagerie dans la fabrication de fromage à pâte molle et à croûte fleurie tel que le camembert.

Son développement constitue le feutrage blanc caractéristique de la croûte de ces fromages.

- *Penicillium glaucum*
- *Aspergillus glaucus*

Ce sont des espèces aux spores bleues responsables d'accidents dans le même type de fabrication, défaut de croûte.

- *Penicillium fumiculosum*

Formant un pigment violet en présence des matières grasses. C'est un défaut de croûte des camemberts dit tâches violettes.

2. Les levures

Endomycetaceae

Levures typiques se reproduisant par bourgeonnement, elles transforment le lactose en alcool contribuant à la préparation du kéfir, c'est un lait fermenté légèrement alcoolisé, accident de fabrication dans les yaourts aux fruits.

3. Bactéries

Certaines bactéries saprophytes sont régulièrement rencontrées dans le lait et constituent la flore spécifique ; ce sont les bactéries lactiques dont certaines espèces sont utilisées dans les technologies des produits laitiers comme auxiliaires de fabrication, d'autres bactéries s'y trouvent éventuellement, ce sont des bactéries saprophytes diverses, le plus souvent à l'origine de défauts ou d'altération du lait et des produits laitiers, mais dont certaines peuvent participer au phénomène complexe de la maturation des fromages.

Les bactéries lactiques

Ce sont des bactéries transformant le lactose en produisant de l'acide lactique, elles présentent les caractères généraux suivants :

Gram+, non sporulées, elles fermentent les sucres dans des conditions diverses :

Certaines espèces dites homofermentaires produisent 85 à 90 % d'acide lactique, d'autres, dites hétérofermentaires, produisent 50 % d'acide lactique et divers autres composés CO_2 , alcool, etc.

Espèces	Genre
Streptococaceae	<i>Streptococcus</i> <i>Leuconostoc</i>
Lactobacillococaceae	<i>Lactobacillus</i>

Genre *Streptococcus*

Groupe lactique : C'est la flore caractéristique du lait, homofermentaire, elle fermente le glucose par la voie des hexoses phosphate.

Genre *Leuconostoc*

Il est hétérofermentaire, il fermente le lactose par la voie des hexoses monophosphates.

Genre *Lactobacillus*

Il est homofermentaire strict, utilise exclusivement la voie des hexoses. *Lactobacillus bulgaricus* est l'agent de fabrication des yaourts en association avec *Streptococcus thermophilus*, il ne rencontre que dans le lait et les produits laitiers.

Bactéries propioniques

Elles transforment le lactose en acide propionique et en CO_2 , et interviennent dans la maturation des fromages à pâte cuite tels que le gruyère et le développement de leur arôme caractéristique.

Bactéries butyriques

Produisent des spores qui résistent au chauffage, elles fermentent le lactose avec la production de l'acide butyrique et le gaz carbonique.

- Intérêt : ces clostridies butyriques sont responsables d'accidents redoutés en industrie fromagère : fabrication du gruyère, il s'agit du gonflement butyrique.

Les maladies transmissibles par le lait

Le lait cru peut renfermer divers microorganismes pathogènes, responsables de maladies humaines.

I. Maladies provoquées par les bactéries ou leurs toxines

Brucellose

Les espèces bactériennes mises en cause sont les brucelles.

- *Brucella melitensis* : agent de la mélitococcie, ou brucella des caprins et ovins.
- *Brucella suis*
- *Brucella abortus*

La brucella est retrouvée dans les produits laitiers obtenus sans traitement thermique, la crème est plus massivement contaminée et les globules gras adsorbent parfaitement les cellules microbiennes, beurres et fromages blancs sont plus dangereux que le lait, la survie des brucelles dans les fromages contaminés est plus ou moins longue 20 j dans le roquefort.

Colibacillose

Certains *Escherichia coli* caractérisés par leur antigène « O » sont particulièrement dangereux pour l'homme et surtout les enfants, seuls ou en association, ils sont à l'origine de gastroentérite aiguë chez les enfants et les nourrissons. Ces germes prolifèrent bien dans le lait lorsque la température est favorable, l'origine de ces germes pathogènes est double :

- Origine humaine (contamination fécale)
- Origine animale (mammites colibacillaires)

Salmonellose

Plus de 1500 sérotypes répertoriés à l'heure actuelle, un seul est pathogène pour l'homme ; *Salmonella typhi* à l'origine de la fièvre typhoïde, d'autres provoquent un syndrome voisin, ce sont les fièvres paratyphiques. La majorité entraîne des toxi-infections dont 5 % sont d'origine lactée, les agents responsables prolifèrent très bien dans le lait et certains produits laitiers (crème et fromage).

Tuberculose

Le lait conservé cru est le principal véhicule du bacille tuberculeux à l'homme, l'origine des BK est double ; soit proviennent du milieu extérieur (fumier, poussière), soit proviennent des pis infectés (origine endogène)

Les BK peuvent passer du sang dans le lait sans que le pis perde son aspect normal, 4 % des vaches tuberculino-positives excrètent du bacille dans leur lait, mais seulement 25 % de ces animaux sont porteurs de lésions. Les bacilles tuberculeux résistent longtemps dans certains dérivés laitiers (crème, beurre et fromage)

Staphylococcose

Certaines souches de staphylocoques produisent une toxine thermostable qui entraîne dans les heures qui suivent une diarrhée et des vomissements. L'origine des staphylocoques est double ;

- Origine humaine (manipulateurs)
- Origine animale (les mammites à staphylocoques)

Certains auteurs estiment qu'il faut 5 à 10^5 – 10^6 germes/gramme de produit pour permettre une concentration suffisante de toxines susceptibles d'entraîner des troubles toxiques.

2. Maladies provoquées par des virus

Des diarrhées estivales chez les nourrissons et les enfants peuvent être transmises par des laits dont la contamination est d'origine fécale humaine.

Le lait peut contenir des adénovirus, les agents de l'hépatite infectieuse.

Les dérivés laitiers

I. Lait traité thermiquement

Lait pasteurisé

C'est un lait dans lequel les germes pathogènes ont été détruits par un des procédés de chauffage approprié.

Technologie de fabrication

- Tri du lait collecté
- Filtration (avec papier ouate)
- Standardisation de la matière grasse
- L'étape d'homogénéisation de la matière grasse (briser les globules gras afin de réduire leur diamètre → ralentissement de la remontée de la crème dans les étapes de conditionnement)
- Traitement thermique proprement dit
- Conditionnement
- Contrôle hygiénique et bactériologique :
 - Détermination de la propreté
 - Détermination de qualité hygiénique et bactériologique
 - doit être exempt de germes pathogènes
 - épreuve de la phosphatase

Lait stérilisé

C'est un lait exempt de tout germe vivant.

Techniques de fabrication

- Tri du lait
- Filtration
- Préstérilisation : pasteurisation haute à une température de 130 – 140 °C pendant quelques secondes.
- Refroidissement
- Homogénéisation (obligatoire)
- Stérilisation proprement dite par procédés UHT (*Ultra Haute Température*) à la température de 140 – 150 °C.

2. Lait fermentés, aromatisés et emprésurés

Il s'agit de produits obtenus par gélification du lait sous l'action de :

- Fermentation lactique : lait fermenté
- Addition de présure : lait aromatisé emprésuré
- Incorporation d'un gélifiant : lait gélifié aromatisé

Lait fermenté

Ce sont des laits ayant subi la pasteurisation, la stérilisation homogénéisée ou non, ensemencés avec des bactéries lactiques.

Ex. Yaourt

Préparé à partir de lait entier (lait cru dont la matière grasse n'est pas enlevée), de lait écrémé ou partiellement écrémé.

- Concentration du lait pour porter son extrait sec dégraissé à 140 – 150 g/l
- Homogénéisation
- Pasteurisation à la température de 84 – 85 °C pendant 15 secondes
- Refroidissement à la température de 45 °C
- Ensemencement avec une culture pure des streptococcus et lactobacillus en quantité égale.
- Agitation
- Répartition dans les pots dans une étuve à la température de 40 – 50 °C
- Incubation durant 2 – 3 heures
- Refroidissement du lait

3. Laits concentrés et laits en poudre

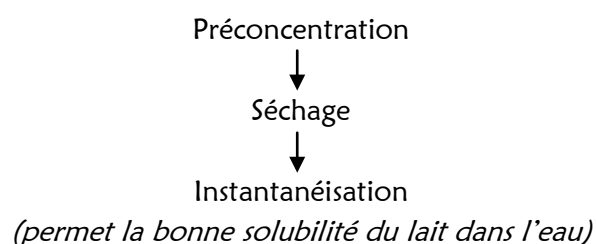
Ce sont des laits obtenus par la concentration ou la dessiccation du lait (toute trace d'eau est éliminée, lait complètement desséché).

Lait concentré

- Tri et standardisation (le taux de matière grasse convient aux normes) la matière première exige une excellente qualité bactériologique.
- Préchauffage du lait : a pour but l'assainissement du lait.
- Concentration : c'est une ébullition sous vide.
- L'homogénéisation (surtout pour briser les globules gras et pour éviter la remontée de la crème)
- Stérilisation : elle est obligatoire (réglementation)

Lait en poudre**Technique générale de fabrication**

- Préconcentration
- Le séchage du lait préconcentré
- Traitement thermique d'assainissement
- L'instantanéisation (la réhumidification de la poudre de lait, puis séchage à nouveau pour assurer une meilleure disparition de la poudre du lait lors de la reconstitution du lait).

Mécanisme simplifié

Les fromages

Définition

Ce sont des produits fermentés ou non, obtenus par coagulation du lait suivie d'un égouttage et dont la matière sèche est au moins égale à 23 %

Techniques de fabrication

Le principe repose sur l'aptitude de la caséine à se coaguler, soit : la caséine est native du lait, donc la fermentation lactique est endogène, soit, la coagulation est obtenue par l'action de la présure (qui est une enzyme protéolytique)

Technologie de fabrication

➤ Ensemencement et maturation du lait

Même si la coagulation est de nature présure, une microflore lactique doit être installée dans le lait.

➤ Emprésurage

Lait fermenté + présure → caillé (coagulum) + lactosérum.

➤ La mise en moule et extraction du sérum

Rupture du gel à cause de l'exsudation (élimination) du lactosérum.

➤ L'égouttage

Est obtenu soit naturel, soit forcé par intervention mécanique (utilisation du poids).

➤ Intervention mécanique

S'il y a lieu, cuisson du caillé.

➤ Ressuyage et salage

S'effectue différemment selon les types de fromages.

➤ Affinage

On assiste aux développements successifs des microflores présentes naturellement dans le fromage ou ensemencées.

Classification des fromages

Fromage frais

C'est un fromage n'ayant subi que la fermentation lactique.

Addition de sel ou de sucre (ex. petit-suisse demi-sel)

Fromage fermenté

Il subit en plus de la fermentation lactique, d'autres fermentations, plus un affinage.

On en distingue 2 types :

- Fromage fermenté à pâte molle : pâte mi-cuite, mi-pressée, comporte des moisissures internes. (ex. le camembert et le roquefort).
- Fromages fermentés à pâte pressée :
 - Égouttage
 - Division du caillé
 - Pression et découpage
(ex. Gruyère)

Fromage fondu

Ce sont des produits de la fonte du fromage.

STAFF

CONCEPTION : KERODAKU

D'APRÈS LE COURS DE : DR KENANA

DISPONIBLE SUR : [HTTP://VETO-CONSTANTINE.COM](http://VETO-CONSTANTINE.COM)

DIFFUSÉ PAR : TAXI PHONE BRAHIM

REMERCIEMENTS : MANOFACTION & KUSANAGI

Ce document peut comporter des erreurs, si vous en avez trouvé, merci de bien vouloir les signaler à :

Kerodaku@GMail.com

Attention ! Ce document ne constitue en aucun cas la seule et unique référence pour vos révisions. Assister au cours d'HIDAOA demeure indispensable.